

Verteilte Systeme

1. Paradigmenwechsel für Softwarelösungen durch Verteilung

1.1 Motivation durch Beispiele aus der Praxis

Sebastian Iwanowski
FH Wedel

Verteilte Systeme

Inhaltliche Voraussetzungen:

Programmieren mit Java

Objektorientierte Programmierung, XML-Kenntnisse

Vorlesung Rechnernetze (Grundlagen)

Lernziele dieser Vorlesung:

Paradigmenwechsel:

Verständnis für **verteilte** Daten, Algorithmen und Softwarearchitekturen
(als Alternative zur zentralistischen Denkweise)

Softwaretechnik:

Nebenläufigkeit, Entfernte Aufrufe, Objektmigration

Serviceorientierte Softwarearchitektur:

Motivation, Grundlagen und Anwendung durch Web Services

Kennenlernen geeigneter Beispiele aus der Praxis

Verteilte Systeme: Vorlesungsinhalte

1. Paradigmenwechsel für Softwarelösungen durch Verteilung
 - 1.1 Motivation durch Beispiele aus der Praxis
 - 1.2 Allgemeine Anforderungen und Techniken verteilter Systeme
 - 1.3. Pheromonbasierte Verkehrssteuerung als Beispiel für einen verteilten Ansatz

2. Die Client-Server-Beziehung und daraus resultierende Techniken
 - 2.1 Grundlagen der Client-Server-Beziehung
 - 2.2 Nebenläufigkeitstechniken in Java
 - 2.3 Entfernte Aufrufe
 - 2.4 Objektmigration

3. Dienstevermittlung

Was ist ein verteiltes System ?

Eine Einführung durch Anwendungsbeispiele

als Anregung für Seminarvorträge

für Softwareprojekte

für Abschlussarbeiten

für Geschäftsideen

für ...

Folgende Beispiele werden vorgestellt:

- 1. Personalisierte dynamische Fahrgastinformation**
- 2. Marktbasierte Verkehrsleitung**
- 3. Pheromonbasierte Verkehrsleitung**
- 4. Verteiltes Touristeninformationssystem**

Beispiel 1:

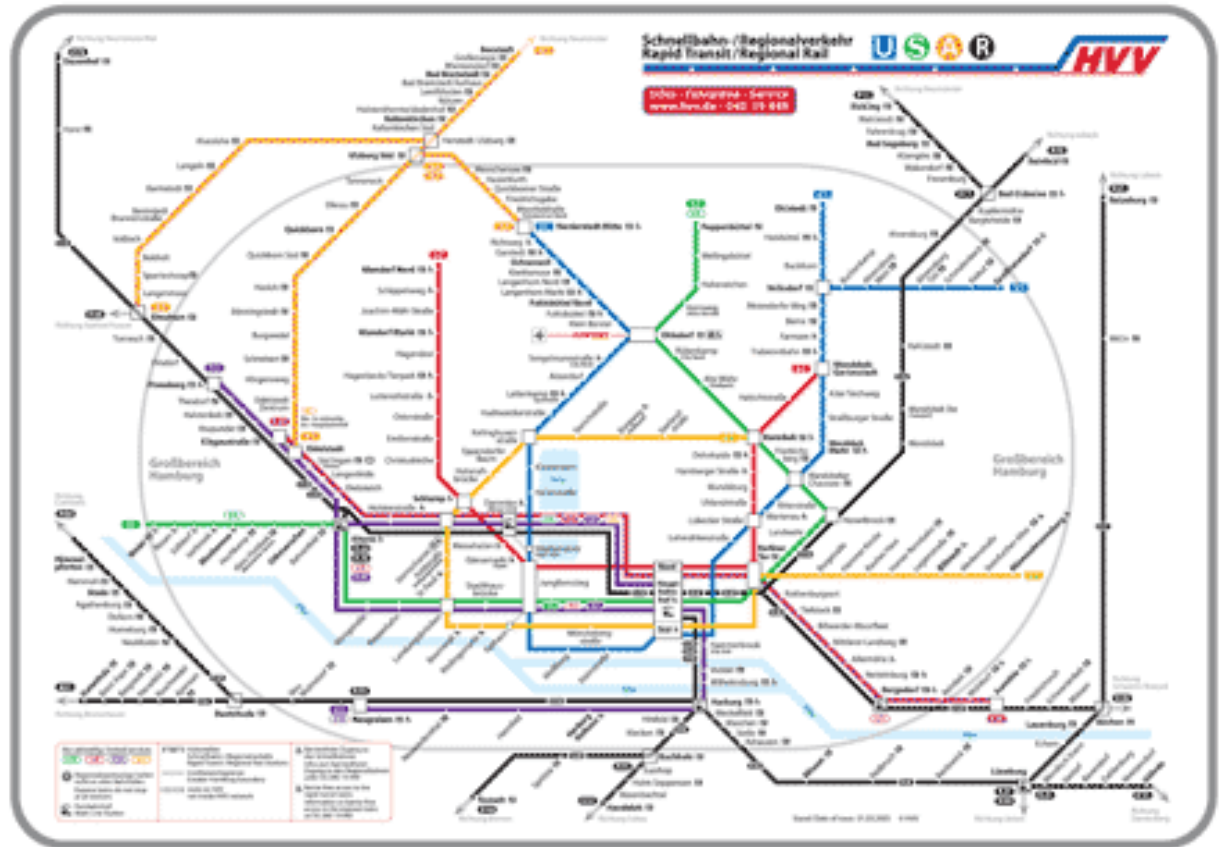
Personalisierte dynamische Fahrgastinformation

Masterarbeit von Michael Schiefenhövel (WS 2005/2006)

Statische Fahrgastinformation

Aufgabe:

Finde zu zwei Punkten A und B in einem gegebenen Verkehrsnetz den kürzesten Weg von A nach B, der ausschließlich Strecken dieses Verkehrsnetzes benutzt.



Lösung:

Algorithmus von Dijkstra

(siehe Vorlesung Diskrete Mathematik, Kap. 6, Graphentheorie)

A*-Algorithmus

(siehe Vorlesung Wissensbasierte Systeme, Kap. 3, Algorithmische Grundlagen)

Optimierungen durch weitere Heuristiken (z.B. Geofox für HVV)

Optimierungen durch preprocessing (z.B. Hafas für Deutsche Bahn)

Statische Fahrgastinformation

Grundlage: Langzeitfahrplan

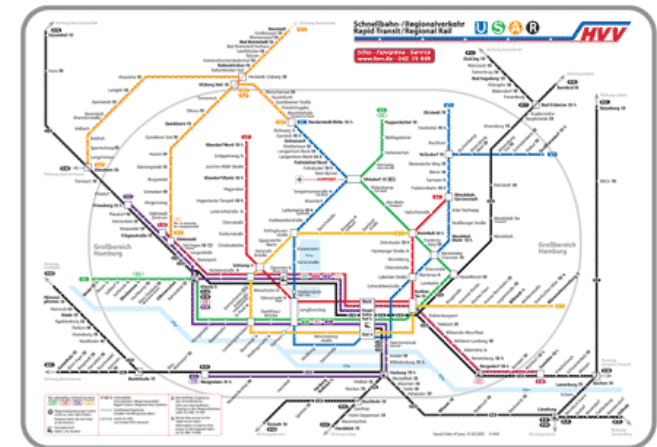
- Änderung zyklisch (Deutsche Bahn ca. einmal im Jahr)
- Anpassungen bei früh bekannten Störungen

Keine Information bei kurzfristigen Abweichungen

- Fahrgast erfährt Abweichung durch Nicht-Eintreffen des Fahrzeugs
- Bestimmung des Ausmaßes durch Warten

Statische Fahrgastinformationsmedien

- Fahrplan an Haltestellen
- Linienverlaufsanzeiger
- Routeninformation im Internet
- ...



Dynamische Fahrgastinformation

Grundlage: Statische Fahrgastinformation

- Erweitert um aktuelle Verbindungslage

Information bei kurzfristigen Abweichungen

- Ursache für Abweichungen
- Abweichungsumfang
- Ersatzrouten

Dynamische Fahrgastinformationsmedien

- Lautsprecherdurchsagen
- Dynamische Anzeigegeräte
- ...



Linie	Ziel	Abfahrt in
2	S Hackescher Markt	1 min
6	U Schwartzkopffstr.	6 min
4	S Hackescher Markt	10 min
3	S Hackescher Markt	14 min
5	S Hackescher Markt	15 min

Spandauer Straße



Personalisierte dynamische Fahrgastinformation (PDFIS)

Filterung von Informationen für den Fahrgast

- nur die Informationen, die er benötigt
- keine verwirrenden Mehrinformationen
- sowohl statische als auch dynamische FG-Informationen

Erstellung von Mehrwertdiensten

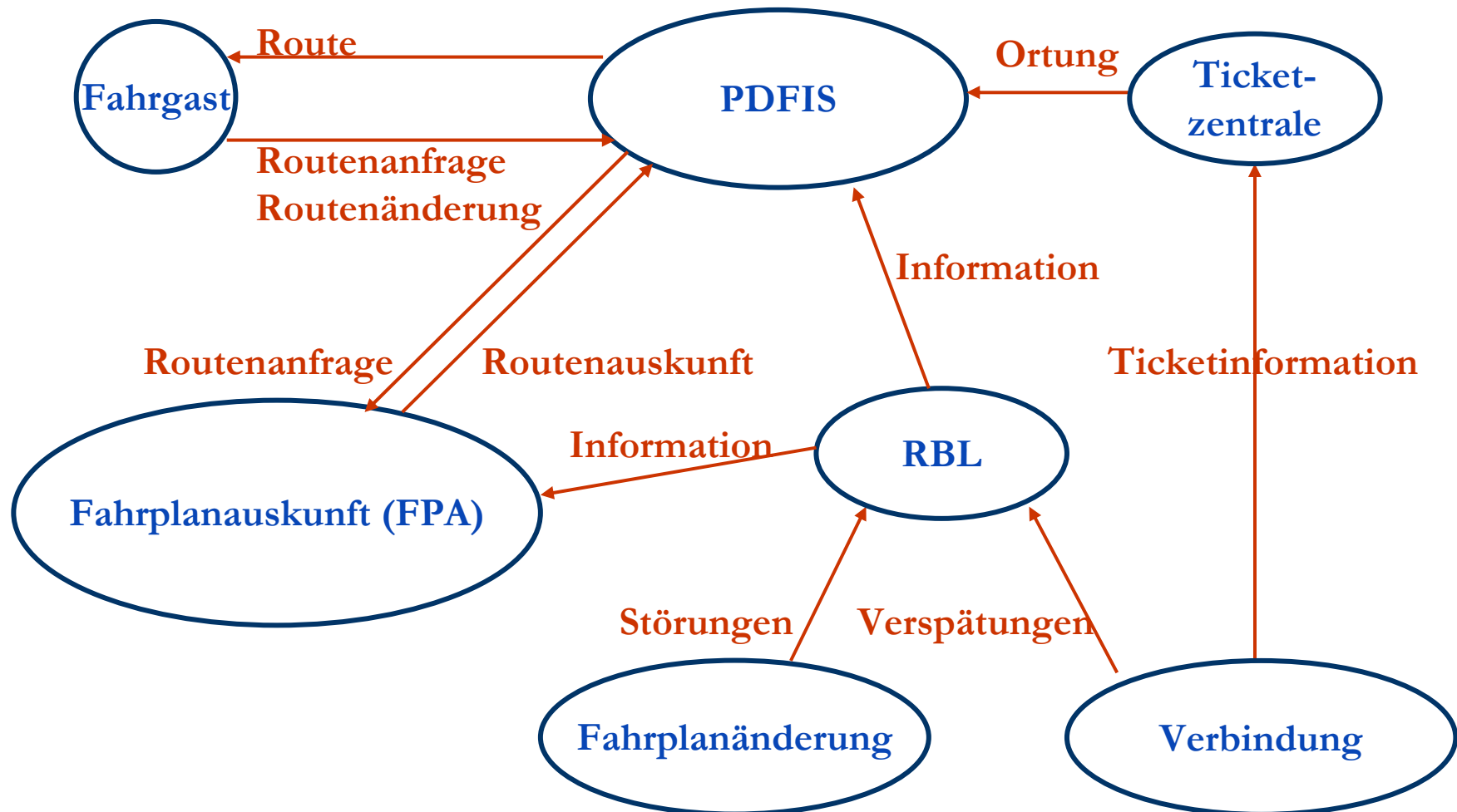
- Routenberechnung aktualisiert an konkrete Lage
- Touristeninformation

Personalisierte Fahrgastinformationsmedien

- Persönliche Auskunft (über Handy, etc.)
- Multimediaterminals

Personalisierte dynamische Fahrgastinformation (PDFIS)

Einbindung in das Gesamtsystem



Personalisierte dynamische Fahrgastinformation (PDFIS)

Erweiterungsmöglichkeiten:

Wechsel des Kommunikationsmediums

- Büro: e-mail auf Computer
- Unterwegs: SMS auf Handy

Zeitungebundene Begleitung

- Erfordert flexiblere Auskunft des ÖPV-Anbieters

Bewertung und Realisierung der Anschlusssicherung

- Warten bei vielen Anschlussfahrgästen
- Abfahrt bei wenig Anschlussfahrgästen

Vision:

- Wechsel zwischen verschiedenen ÖPV Anbietern
- Wechsel zwischen ÖPV und Individualverkehr (intermodales Routen)

Beispiel 2:

Marktbasierte Verkehrsleitung

Forschungsprojekte bei DaimlerChrysler (1996-2002)

Patent DE 199 63 590:

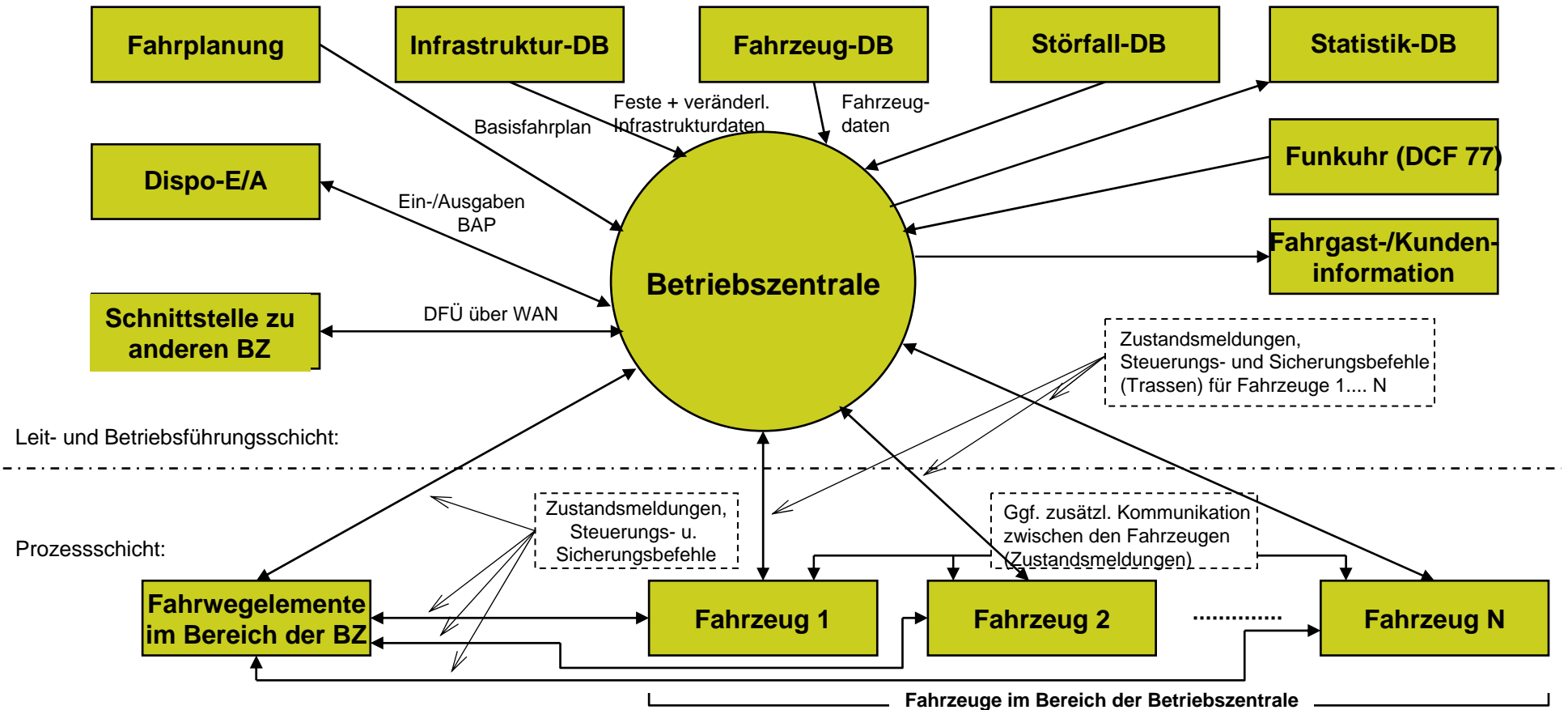
Verfahren zur Steuerung von Transporteinheiten in einem Verkehrsnetz

Patentanmeldung DE 100 55 874:

Verfahren zur Steuerung des Straßenverkehrs durch elektronische Verhandlungen

Schieneverkehr: Problemstellung

Kommunikations-Infrastruktur im modernen Schienenverkehr:



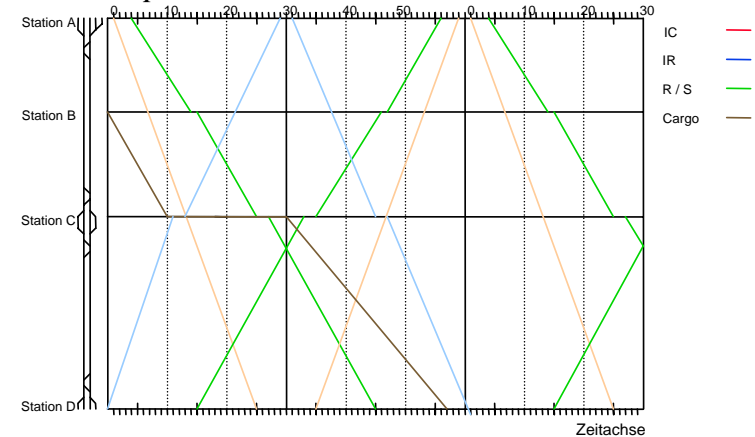
Schienenverkehr: Problemstellung

Welcher Zug darf wann auf welchem Streckenelement fahren ?

Dispositionsebene:

Koordinierung aller Züge
über alle Streckenelemente

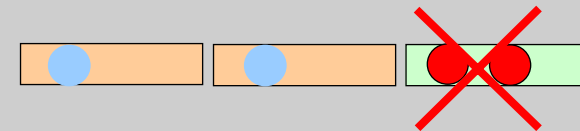
Graphische Fahrplankonstruktion



Sicherungssebene:

Absicherung eines Streckenelements:
Nur 1 Zug zur gleichen Zeit

wird hier nicht verändert



Blockungsprinzip

ortsfeste Signalisierung

Zugbeeinflussungssysteme

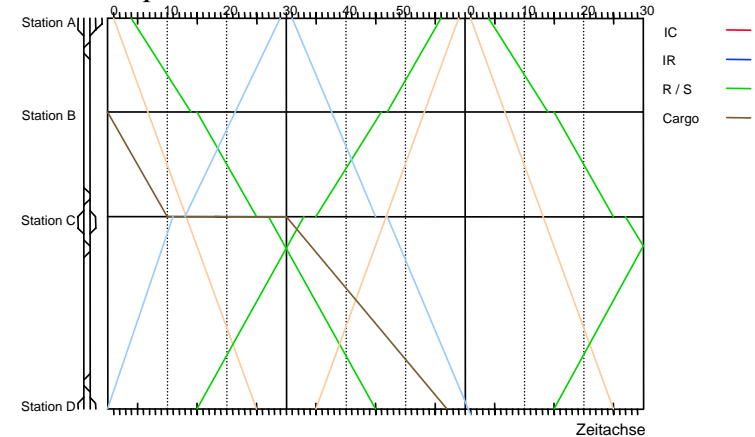
Schienenverkehr: Problemstellung

Welcher Zug darf wann auf welchem Streckenelement fahren ?

Dispositionsebene:

Koordinierung aller Züge
über alle Streckenelemente

Graphische Fahrplankonstruktion



Stand der Technik: Fahrpläne und Routenführungen werden in Zentrale vorausgeplant

Weichen werden zentral gestellt

Problem:

unflexibel gegenüber

- **unvorhersehbaren spontanen Änderungen ("Störungen")**
- **spontane Bedarfsänderung**

Schienenverkehr: Lösung

Weg von der zentralen Steuerung !

Alternative: Züge stellen sich selbst alle Weichen

Züge handeln sich untereinander freie Belegungen aus

**bereits realisiert: Straßenbahnen durch Menschen
(mit elektronischer Unterstützung)**

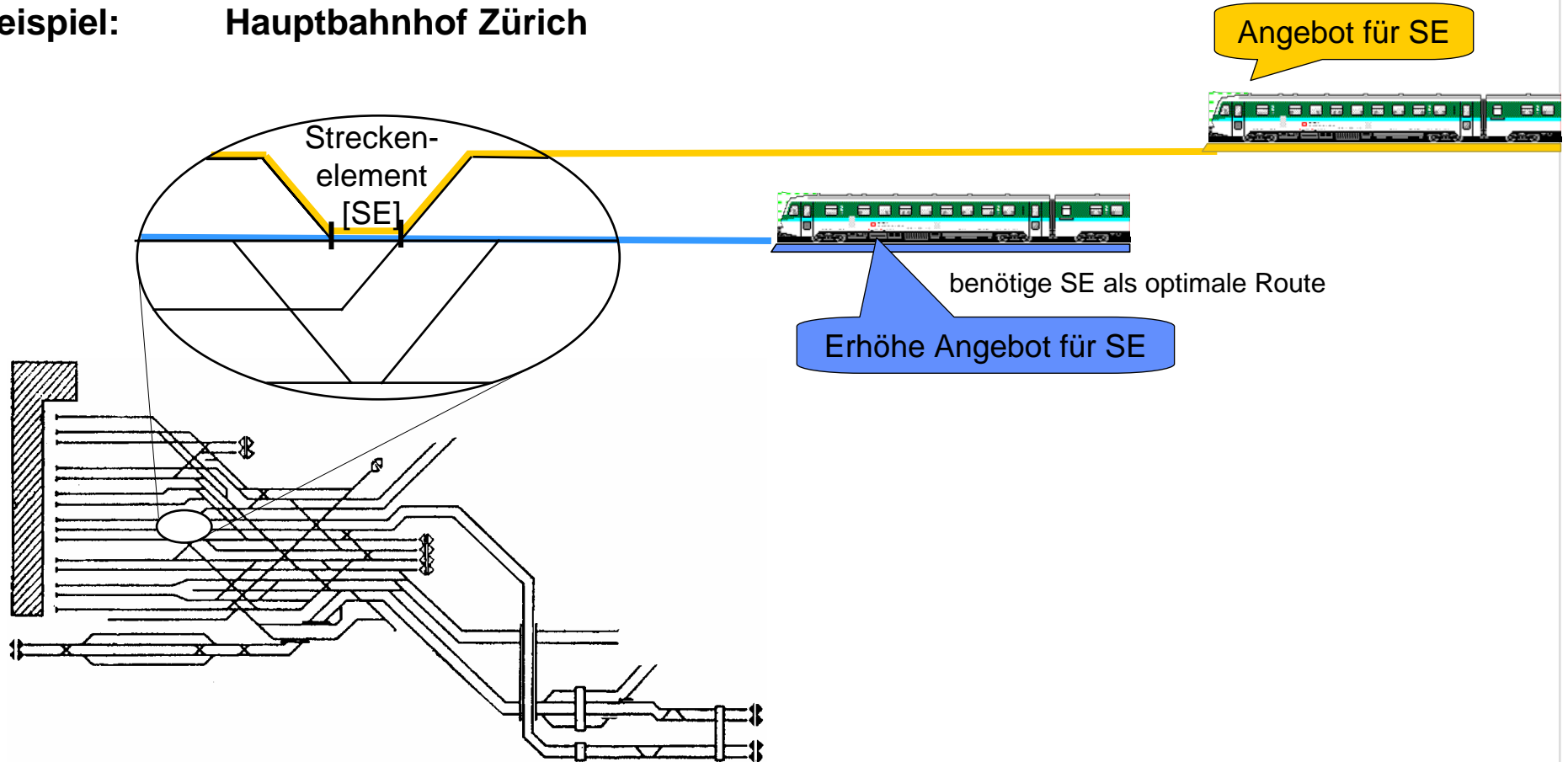
neues Konzept für: Fernverkehr durch autonome Softwareeinheiten

- **Züge mit Fahrplan hauptsächlich Personenverkehr**
- **Züge ohne Fahrplan hauptsächlich Güterverkehr**

Schiienenverkehr: Lösung

Verhandlungsmethode: Elektronische Auktion

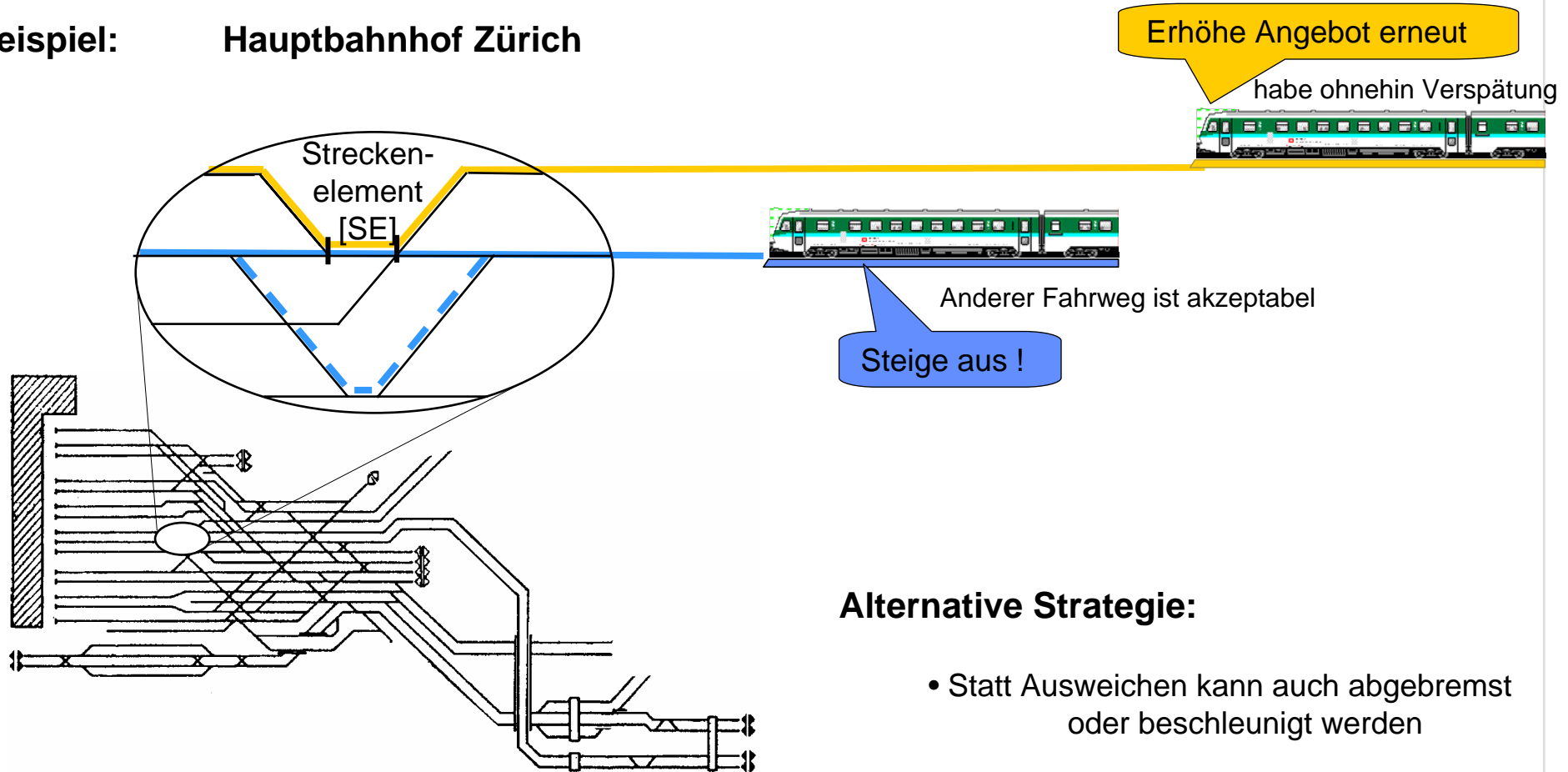
Beispiel: Hauptbahnhof Zürich



Schiienenverkehr: Lösung

Verhandlungsmethode: Elektronische Auktion

Beispiel: Hauptbahnhof Zürich



Alternative Strategie:

- Statt Ausweichen kann auch abgebremst oder beschleunigt werden

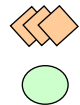
Schieneverkehr: Lösung

Verhandlungsmethode: **Elektronische Auktion**

Verhandlungsobjekte:

**Kombinationen von Zeitscheiben
aufeinander folgender Streckenelemente**

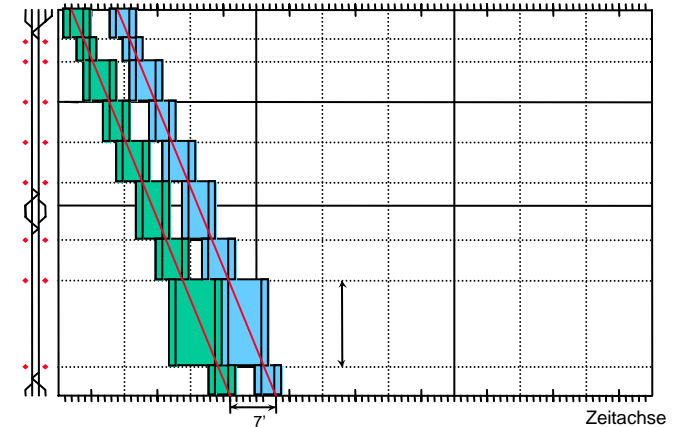
Beteiligte Parteien:



Zugsteuerungs-Agenten, die direkt oder indirekt von einer Störung betroffen sind



Agenten der Betriebszentralen als Auktionatoren



Versteigerungsstrategie:



Ersteigern einer Kombination von Zeitscheiben auf solchen Streckenelementen, die zusammen einen gültigen Fahrweg ergeben



Versorgen möglichst vieler Bieter mit einem gültigen Fahrweg

Details: Dissertation von Guido Matylis (DaimlerChrysler) an der TU Dresden

Vergleich Straßenverkehr - Schienenverkehr

Was ist anders bei Straßenfahrzeugen ?

- Fahrzeuge können nicht gezwungen werden, auf ein Streckenelement zu verzichten
- strikte Trennung zwischen Netzbetreiber und Fahrzeugbetreiber
- mehrere Fahrzeuge zur gleichen Zeit pro Streckenelement zugelassen
- Vielzahl alternativer Routen möglich

Straßenverkehr: Problemstellung

Dynamische Zielführung im Straßenverkehr

Auf dem Markt befindliche dynamische Zielführungssysteme

- machen mehrere Routenvorschläge,
die die aktuelle Verkehrslage berücksichtigen
- geben jedem Autofahrer mit gleichem Start und Ziel
zur selben Zeit die gleichen Vorschläge

**Was passiert, wenn viele Autos solch ein
dynamisches Navigationssystem haben ?**

Straßenverkehr: Problemstellung

Problem

Störungen verlagern sich von einer Stelle zur anderen,
weil alle Autofahrer ihr auf die gleiche Weise ausweichen

Lösungsidee

Koordiniere die Autofahrer
und mache unterschiedliche Vorschläge

Problem

Autofahrer lassen sich ungern bevormunden

Lösungsidee

Lass die Autofahrer Einfluss nehmen auf die Vorschläge
durch Priorisierungen und unterschiedliche Wichtungen

Straßenverkehr: Lösungskonzept

Auktionsbasierte Verkehrssteuerung

Straßennetz ist unterteilt in Streckensegmente mit vorgesehener Höchstbelegung von Fahrzeugen zur selben Zeit

Die Benutzungsrechte für Streckensegmente für bestimmte Zeitintervalle werden an die Fahrzeuge in periodischen Auktionsrunden versteigert. Hierfür erhalten die Fahrzeuge periodisch ein *virtuelles Budget* („Spielgeld“).

Die Versteigerung wird auf Fahrzeugseite durch individualisierte Softwarekomponenten vorgenommen. Die Kommunikation mit der Versteigerungszentrale erfolgt automatisch ohne die Notwendigkeit einer Fahrerinteraktion.

Damit ist die Verkehrssteuerung primär ein Softwareproblem

Demonstration 1999 mit einem vorhandenen Verkehrssimulator

Verkehrssimulator

(war bereits vorhanden)

- Verkehrssimulation für verschiedene Fahrertypen und Verkehrssituationen
- Routenberechnung unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrssituation

Auktionsbasiertes Verfahren für individuelle Routenempfehlungen (AVIR)

(war noch zu implementieren)

- Definition eines neuen Fahrertyps „auktionsbasiert“ für den Verkehrssimulator
- Eigenständige Steuerung der auktionsbasierten Fahrzeuge
- Durchführung der elektronischen Auktionen
- Einspeisung der Ergebnisse in den Verkehrssimulator

Implementierungsdetails

Vorhandener Verkehrssimulator

→ lief auf Einzelrechner unter Betriebssystem Unix

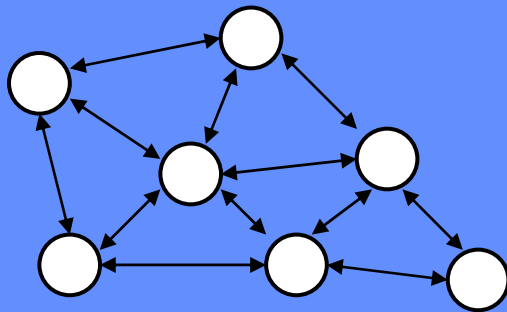
TCP/IP-Schnittstelle

→ sollte auf verteilten Rechnern mit beliebigem Betriebssystem laufen

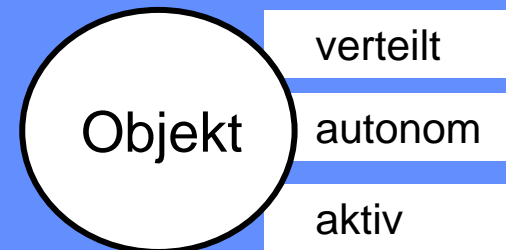
Java mit agentenorientierter Erweiterung (Eigenprodukt)

AVIR

Multiagentensystem:



Softwareagent:



Market-Based Traffic Coordination

Concept

Auction Based Traffic Control (ABTC)

(AVIR)

for each vehicle:

Vehicle Agent

- knows individual strategies of driver
- communicates automatically with traffic control center
- may get new instructions from driver at any time

for traffic control center:

Route Planner

- knows current traffic conditions
- accepts queries for routes from start to end and answers with several routes
- communicates impartial route properties

Segment Auctioneer

- distributes rights for segment usage via auctions

Basic Concept

Road Pricing

Toll-free Roads

Extended Concept

Summary

Practical issues

Market-Based Traffic Coordination

Concept

Auction Based Traffic Control (ABTC)

Basic Concept

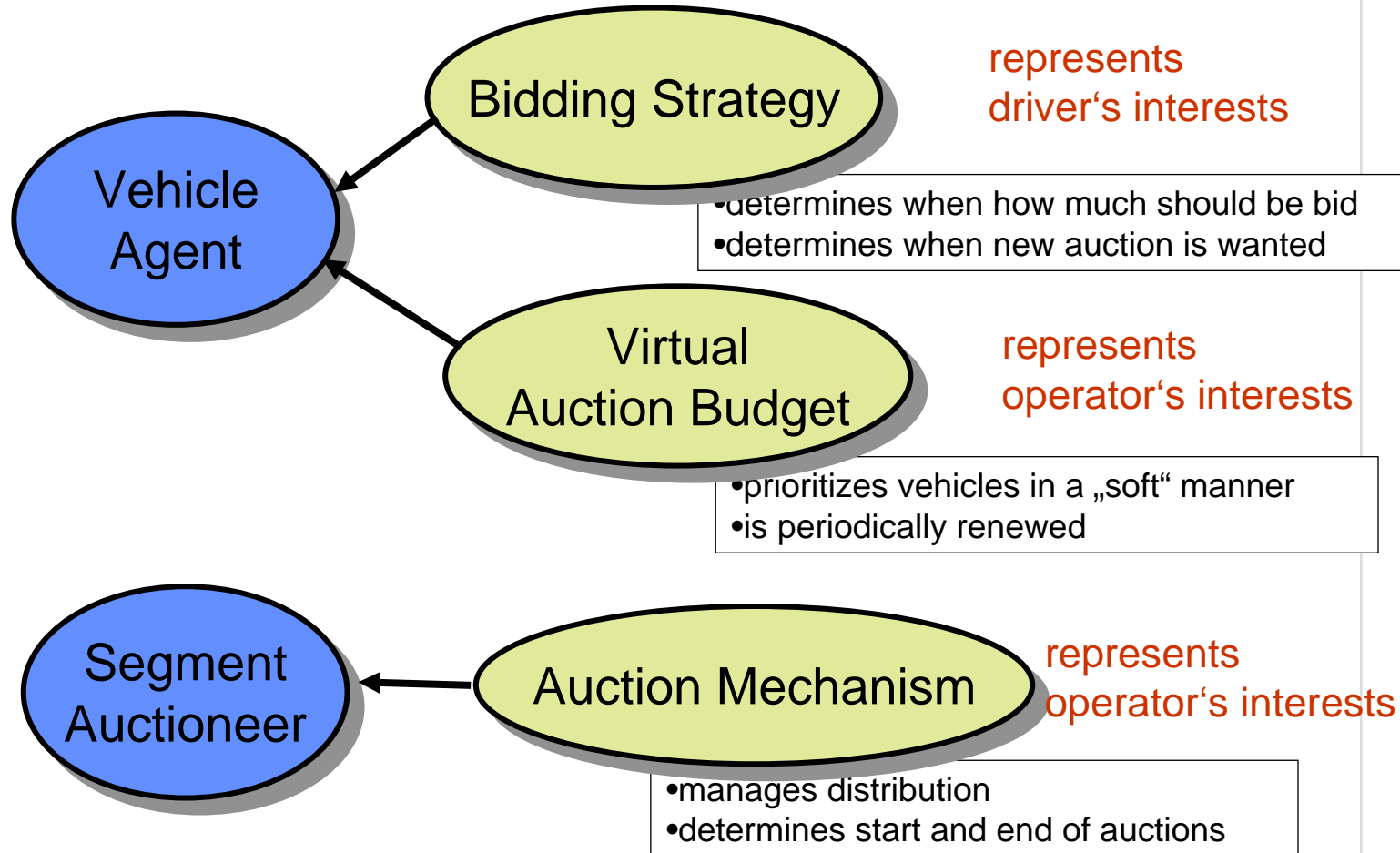
Road Pricing

Toll-free Roads

Extended Concept

Summary

Practical issues



Market-Based Traffic Coordination

Prime Application

Road Pricing

Basic Concept

Road Pricing

Toll-free Roads

Extended Concept

Summary

Practical issues

Advantages of ABTC for Road Pricing:

- enables toll collection by supply and demand
- makes a better utilization of scarce road resources
- considers and enables individual needs of users
- supports new traffic concepts

Ideal Application: Toll Lanes

Market-Based Traffic Coordination

ABTC even works for toll-free roads !

Observation:

Bidding with virtual budgets

=

Giving priorities to the roads
using a uniform scale

ABTC may be used for toll-free roads
with 100 % virtual budgets

ABTC for toll roads:

charge fee in relation
to bids of agents

ABTC for toll-free roads:

assign using rights
in relation to bids of agents
do not collect fees for actual usage

Problem

Disobeying the assignments
has no consequences for drivers

Basic Concept

Road Pricing

Toll-free Roads

Extended Concept

Summary

Practical issues

Market-Based Traffic Coordination

ABTC even works for toll-free roads !

Basic Concept

Road Pricing

Toll-free Roads

Extended Concept

Summary

Practical issues

How to make it attractive for drivers
to follow coordination assignments ?

Basic principle of this approach

Drivers who get a more advantageous assignment
have to pay to
drivers who get a less advantageous assignment

payment need not be directly from driver to driver
payment need not involve real money

→ **ABTC for toll-free roads results in auction-based trading**

Market-Based Traffic Coordination

Coordination for toll-free roads: Trading

Basic Concept

Road Pricing

Toll-free Roads

Extended Concept

Summary

Practical issues

Alternative trading principles:

- **Auction-Based Trading**

most mature (already tested by simulation)

- **Exchange-Based Trading**

enables traffic prediction on base of future intentions

Market-Based Traffic Coordination

Coordination for toll-free roads: Trading

Questions:

How to make it attractive to participate in the coordination system ?

How to prevent non-participants to obtain the same benefits ?

Answers:

provide new traffic-specific information exclusively for participants

E.g.: Use quotations in the exchange-based method for traffic predictions

Include third-party offers into subscription system

E.g.: gas stations, shops, local advertisement

Basic Concept

Road Pricing

Toll-free Roads

Extended Concept

Summary

Practical issues

Market-Based Traffic Coordination

Concept Summary

Basic Concept

Road Pricing

Toll-free Roads

Extended Concept

Summary

Practical issues

Purpose of existing dynamic navigation systems

Guide driver on most convenient route to his destination
considering the current traffic conditions

Problem

When dynamic navigation systems enter mass market
=> congestions shift from one road to another
because all drivers try to escape the same way

Conclusion

**! The penetration of any traffic advising system
into mass market requires a coordination of users !**

Market-Based Traffic Coordination

Concept Summary

Basic Concept

Road Pricing

Toll-free Roads

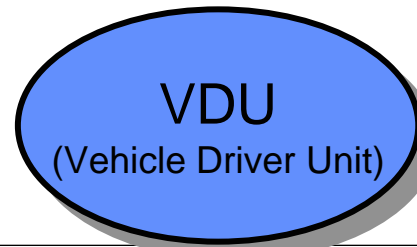
Extended Concept

Summary

Practical issues

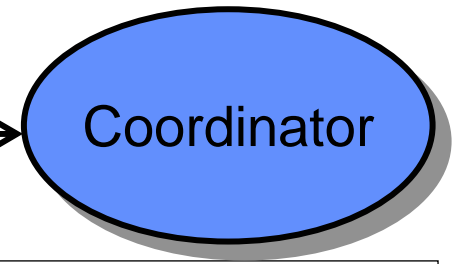
Software architecture

for each vehicle:



- knows individual strategies of driver
- communicates automatically with Coordinator
- may get new instructions from driver at any time

at a central platform:



- accepts queries from VDUs
- distributes using rights to VDUs
- knows current traffic situation

Market-Based Traffic Coordination

Distribution of software on the existing hardware

Basic Concept

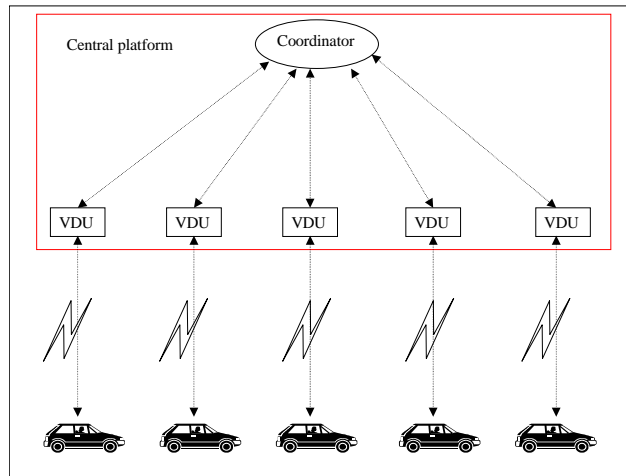
Road Pricing

Toll-free Roads

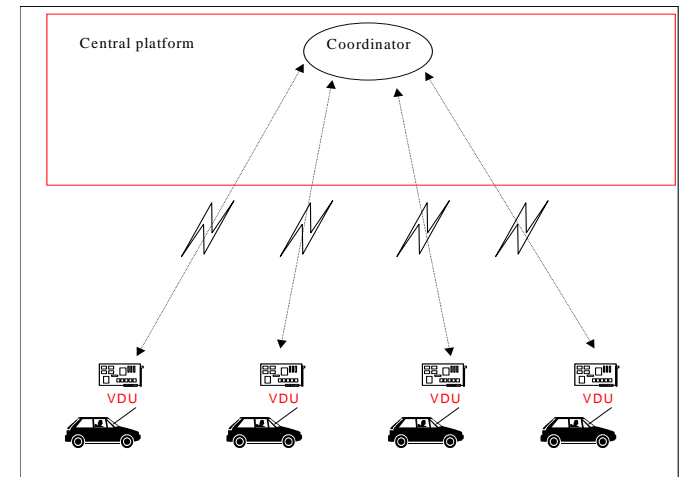
Extended Concept

Summary

Practical issues



**Alternative 1:
VDUs on a central server**



**Alternative 2:
VDUs in the vehicles**

**In any case:
User interface for VDU in the vehicles**

Market-Based Traffic Coordination

Possible platform for implementation in real life:

Basic Concept

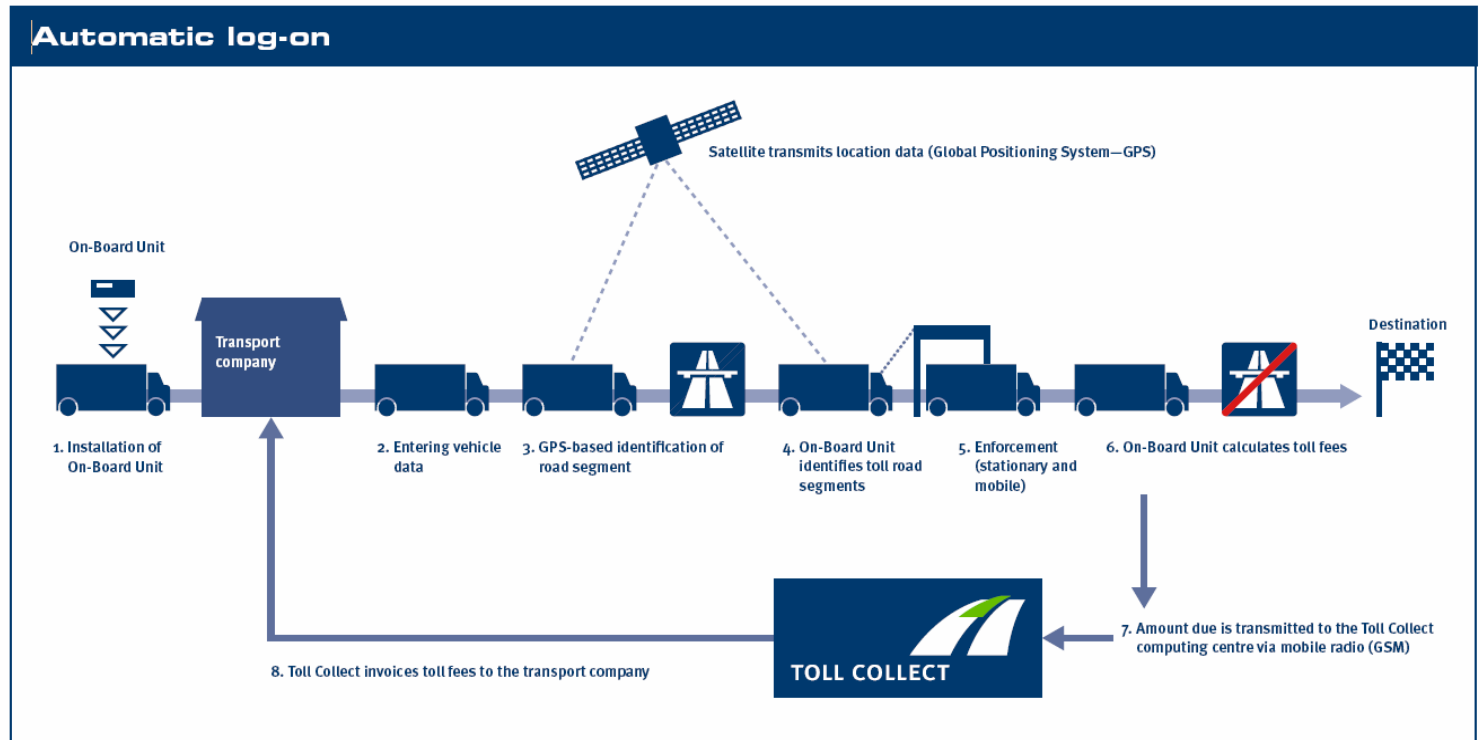
Road Pricing

Toll-free Roads

Extended Concept

Summary

Practical issues



Beispiel 3:

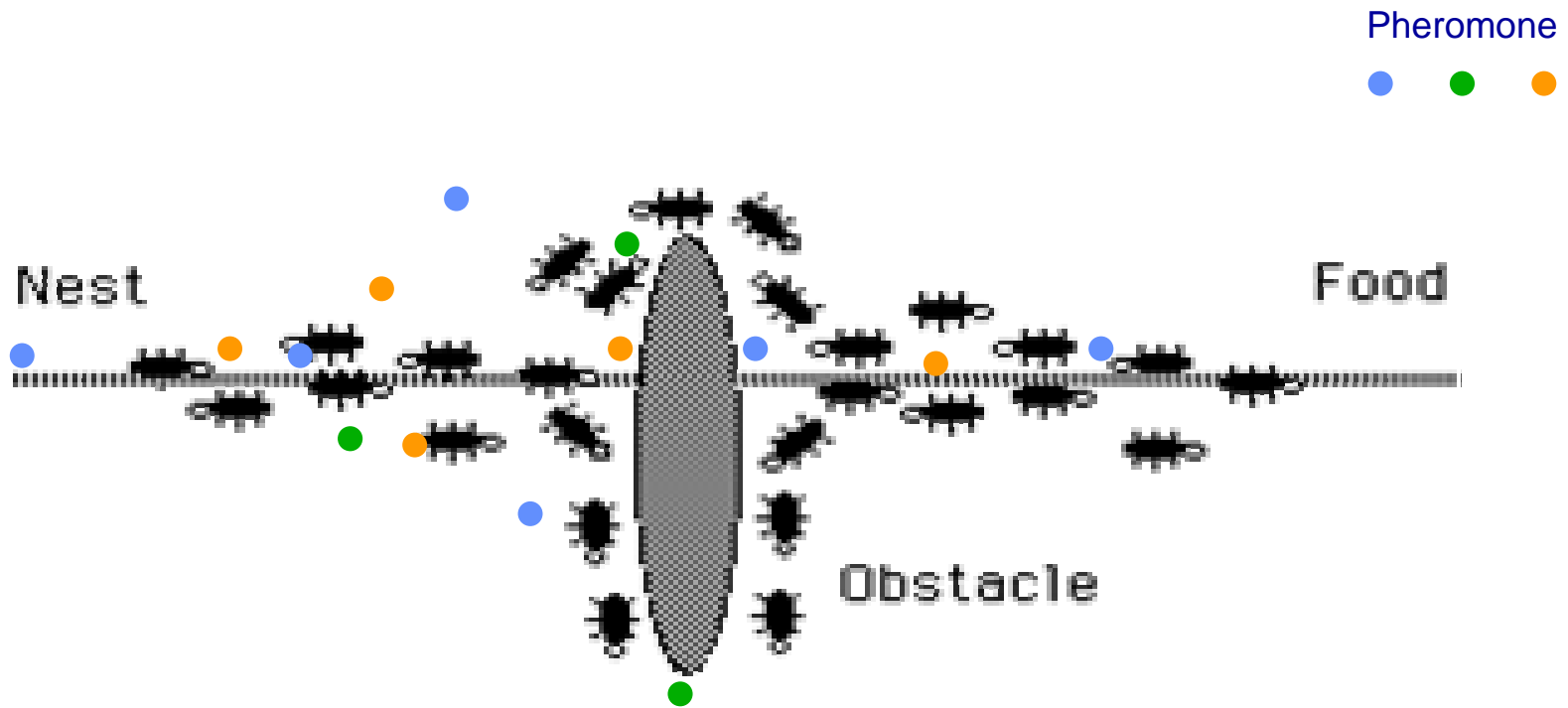
Pheromonbasierte Verkehrsleitung

Forschungsstudie bei DaimlerChrysler (2001)

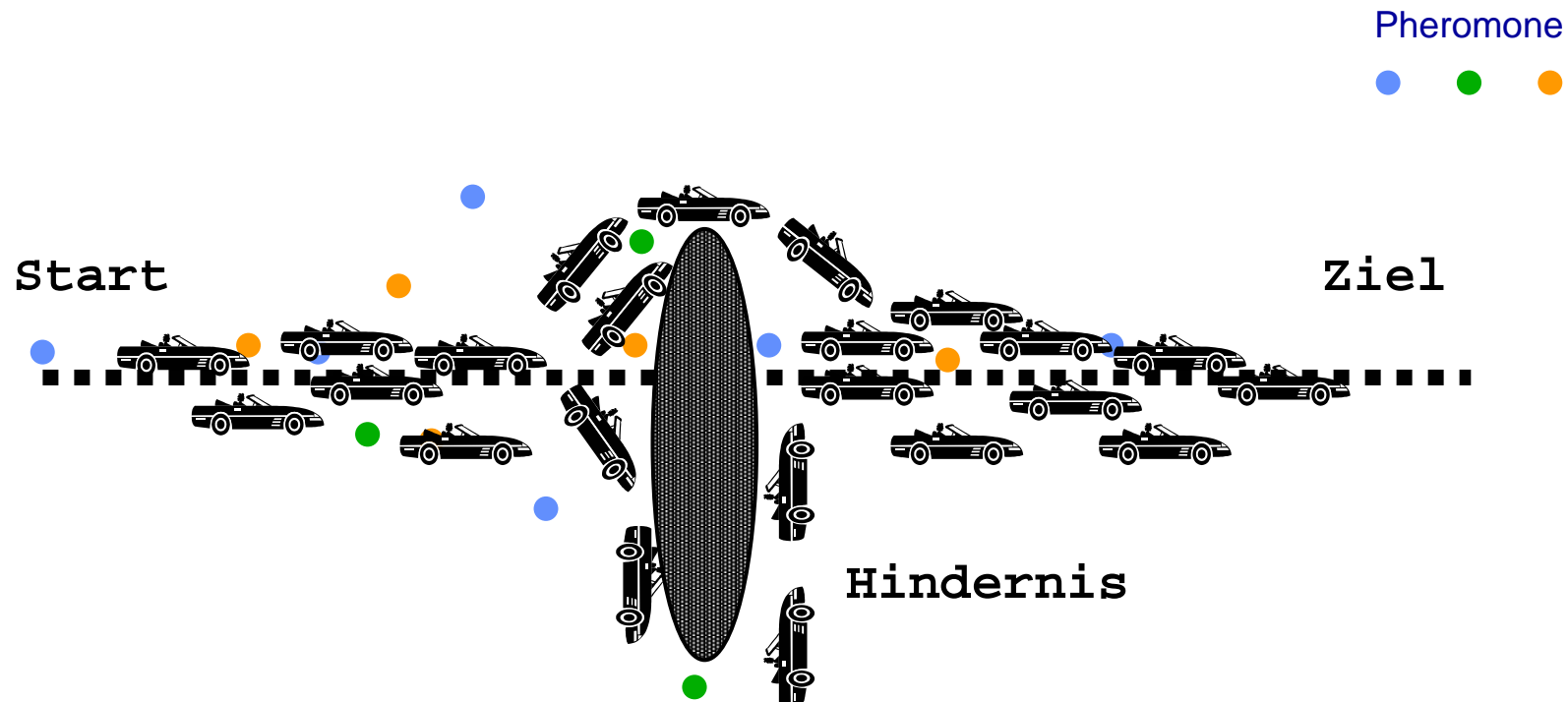
Masterarbeiten 2006 und 2007 (noch nicht abgeschlossen)

Softwareprojekt 2007 (in Planung)

Ameisen auf Futtersuche



Analogon: Autos auf Routensuche



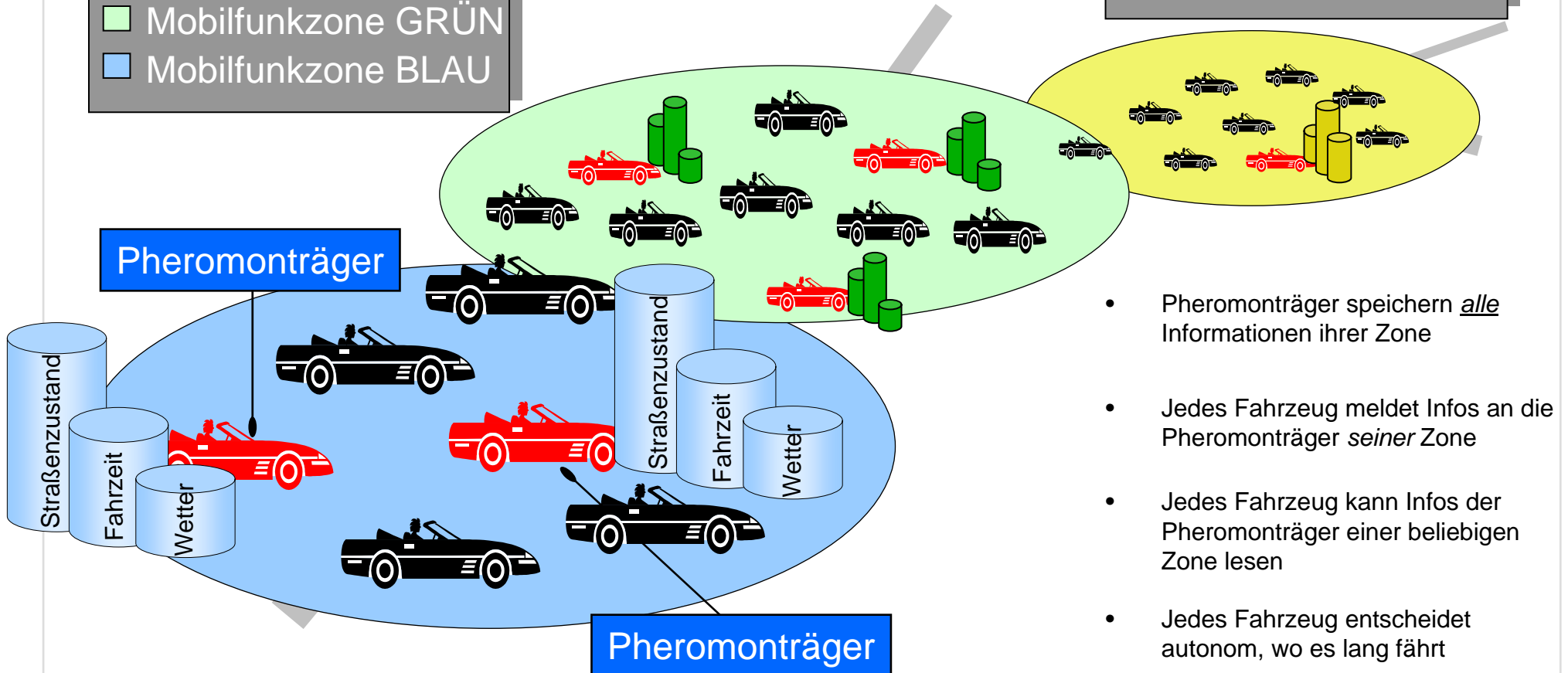
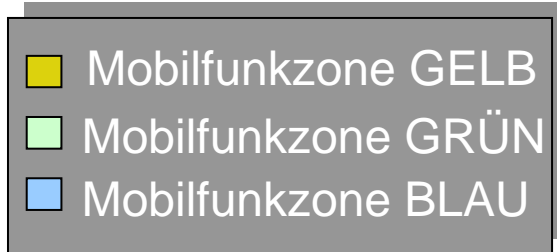
Das Verfahren wird später noch im Detail erklärt
(*Masterarbeit von Thomas Walther, WS 2005/2006*)

Mobile verteilte Datenhaltung

Patentanmeldung DE 100 50 675 :

Verfahren zur Koordination von Transporteinheiten in einem Verkehrsnetz ohne die Notwendigkeit stationärer Datenhaltung

Masterarbeit von Michael Suthe, SS 2007, noch nicht abgeschlossen



Beispiel 4:

Verteiltes Touristeninformationssystem

Forschungsprojekt bei DaimlerChrysler (2000-2002)

***Patent DE 100 55 678, EP 0112560, PV 2003-1512 (CZ):
Verfahren zur schnellen und kostengünstigen Verfügungsstellung
von relevanten Informationen für Reisende***

Softwareprojekte, WS 2006/ 2007

Verteiltes Touristeninformationssystem

Szenario

- Tourist will eine Stadt besuchen und informiert sich über die Gelegenheiten, die er sinnvollerweise in dieser Stadt wahrnehmen sollte
- Tourist hat außerdem geschäftliche oder persönliche Randbedingungen (Termine)
- Tourist erstellt vor der Reise eine Tagesablaufsplanung am PC (über das Internet)
- Tourist bucht Veranstaltungen und reserviert Plätze
- Tourist wird bei seiner Reise von einem mobilen Gerät (PDA) unterstützt

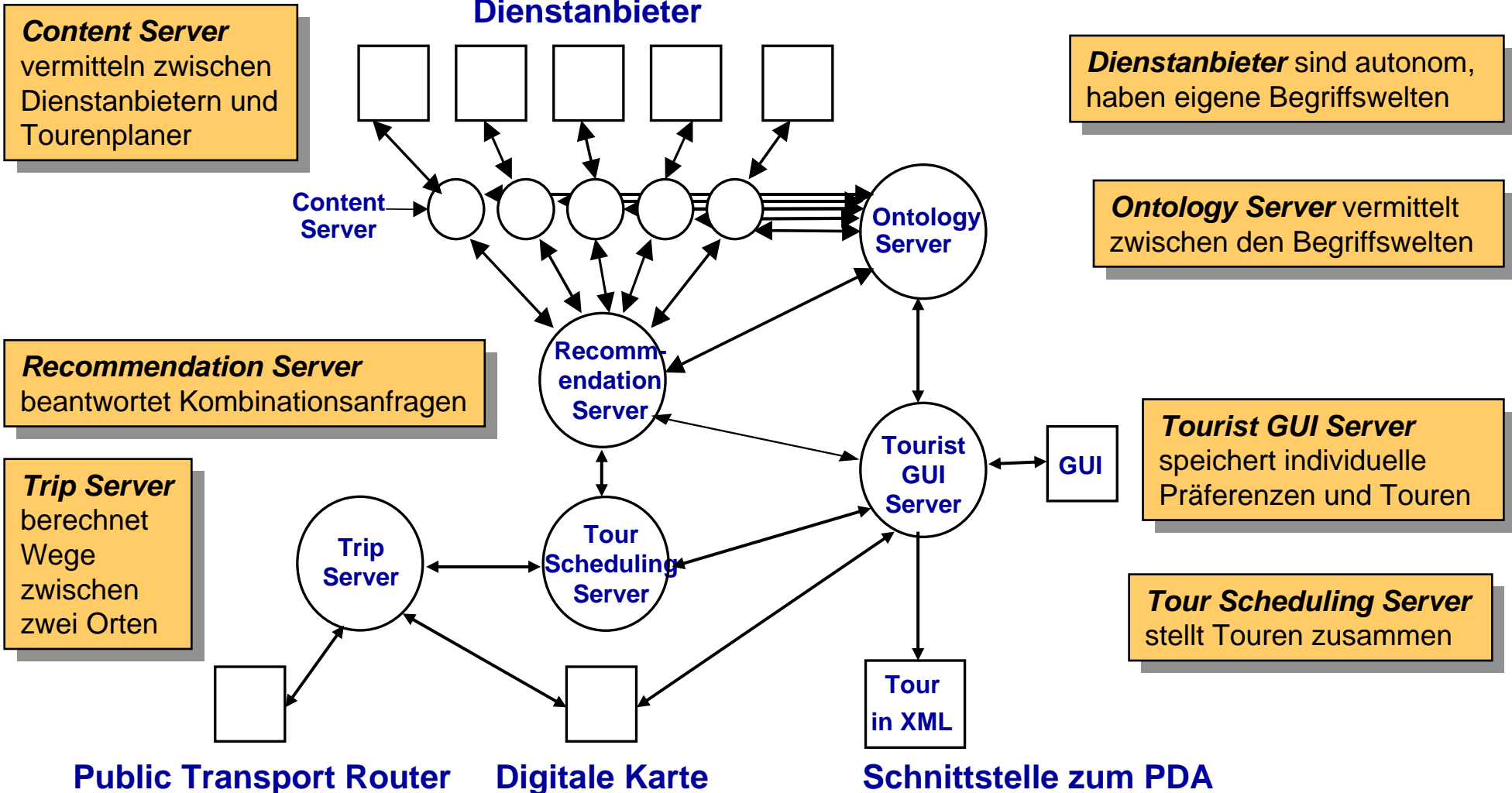
Verteiltes Touristeninformationssystem

Forderungen:

- Tourist hat die endgültige Kontrolle
- Dienstanbieter ist autonom und trägt die Verantwortung für die Informationen
- Unabhängiges Makeln zwischen verschiedenen Anbietern
- Flexibilität gegenüber Anforderungsänderungen, sogar während der Tour
- Fehlertoleranz gegenüber Ausfall von Dienstanbietern

Verteiltes Touristeninformationssystem

Architektur des Tourenplaners: Prototyp einer SOA



Weitere Beispiele (in dieser Vorlesung nicht weiter behandelt):

- **World Wide Web** **Alle Daten für alle !**
- **Grid Computing** **Alle Rechner für alle !**
- **Bankkontenverwaltung** **Weltweiter Zugriff auf ein Konto**
- **Telekommunikationsanbieter** **Netz aus Vermittlungsstationen**

Das perfekte verteilte System:



Wie bauen wir das nach ?